

学校编码: 10384

分类号_____ 密级_____

学号: 19120081152758

UDC_____

厦门大学

硕士学位论文

音乐审美的科学思想

Scientific Thought in Music Appreciation

指导教师姓名: 谭 忠 教 授

专 业 名 称: 应 用 数 学

论文提交日期: 2011 年 5 月

论文答辩日期: 2011 年 6 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 6 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版,有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅,有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索,有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密 (), 在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密 ()

作者签名: 日期: 年 月 日

导师签名: _____ 日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

中文目录	I
英文目录	III
中文摘要	V
英文摘要	VII
第 一 章 引言	1
第 二 章 人耳听觉特性	3
2.1 耳朵的结构和功能	3
2.2 听觉的声压和频率范围	5
第 三 章 音律与数学	7
3.1 音律起源	7
3.2 音乐基本知识	8
3.3 五度相生律	10
3.4 纯律	13
3.5 十二平均律	14
3.6 三种律制的差异	16
第 四 章 泛音之谜	17
4.1 泛音	17
4.2 弦振动	18
4.3 振动的频谱分析	24
第 五 章 结语	27
参考文献	31
致谢	33

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chinese Contents	I
English Contents	III
Chinese Abstract	V
English Abstract	VII
1 Introduction	1
2 Characteristics of human ears	3
2.1 Structure and function of the ear	3
2.2 The sound pressure and frequency range of hearing	5
3 Temperament and Mathematics	7
3.1 The origin of temperament	7
3.2 Basic knowledge of music	8
3.3 Circle-of-fifths-system	10
3.4 Just intonation	13
3.5 Twelve-tone equal temperament	14
3.6 Differences of the three temperaments	16
4 Mystery of the Overtone	17
4.1 Overtone	17
4.2 Vibrating String	18
4.3 Frequency spectrum analysis of vibration	24
5 Summary	27
References	31
Acknowledgements	33

厦门大学博硕士论文摘要库

中文摘要

本文首先介绍了三种主流律制：五度相生律、纯律和十二平均律产生方法，通过数据对比分析了三种律制的差异，并且论证了音律与数学之间的内在联系。

其次介绍泛音之谜，为了给出科学的回答，先后经过多位数学家努力，Taylor(1685-1731)，Daniell Bernoulli(1700-1782)，D'Alembert(1717-1783)，Euler(1707-1783)以及Fourier(1768-1830)等人对于弦振动的研究不断地推动数学与音乐的发展，产生了偏微分方程、调和分析，解释了泛音之谜，本文给出详细的数学推导过程，之后借助频谱图分析了大三和弦的协和性。

最后运用数学知识(如空间群)来分析乐曲作品，从而对音乐创作产生新的认识，发现音乐中存在着数学逻辑思维的表现形式，而且数学逻辑思维的表现形式不仅是音乐艺术表现形式中不可或缺的组成部分，也是音乐艺术的生成之源，在这方面普林斯顿大学的音乐理论家Dmitri Tymoczko走的更远，其将弦论数学理论运用在音乐领域中，发现所有突出和弦的音乐都可在高维空间内表现，并总结出了一种新的相对简单的音乐创作方法^[1]。可以说数学使音乐创作不断发生着变革，音乐工作者应该利用现代科学的成果进行音乐创作与音乐研究。

关键词：音律；泛音；弦振动；频谱分析；傅立叶

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

In this article, firstly, we introduce the three major temperament systems, circle-of-fifths-system, just intonation and twelve-tone equal temperament, the difference between them, and argue internal relations between temperament and mathematics.

Secondly, we introduce mystery of the Overtone. Many mathematicians have contributed to this question, such as Pythagoras of ancient Greece, D'Alembert, Euler and Fourier, at the same time many mathematics branches as Partial Differential equation and Harmonic Analysis generated. In this process, the human's ability to cognitive the world enhanced greatly. This paper presents detailed mathematical derivation, and by means of frequency spectrum analysis, we show that the degree of harmony of a major triad.

Finally, we use some mathematical knowledge to analyze some famous songs and find that there exists mathematical logic thinking in the expression of songs, logical thinking is the source of creative music. Musician should use the achievements of modern science to creative music and research music.

Key words: Temperament; Overtone; Vibrating String; Frequency Spectrum Analysis; Fourier

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 引言

本文分为四部分，第二章讲述人类对音乐的感受器官耳朵的结构和功能以及听觉的频率范围。第三章首先介绍了音律的起源，我们把乐音体系中各音的绝对准确高度及其相互关系称为音律。最先研究音律的是古希腊数学家、哲学家毕达哥拉斯，他从铁匠铺获得了灵感，反复测试后发现：两条琴弦的弦音程之比越简单，声音越和谐，比值竟和在铁匠铺得到的完全一样，正是其探究精神和数学推理创立了毕氏音律。人们熟知的主要音律有五度相生律、纯律和十二平均律，其中十二平均律目前被世界各国广泛采用。还有很多律数繁多的律制，但是由于种种限制，仅能作为研究之用。其次讲述三种律制产生方法，并且通过数据对比分析了三种律制之间的优缺点。最后论证了音律与数学的关系，三种律制都是在数学的推理和计算中产生，其中伴随数的认知的发展，从有理数到无理数。如果说五度相生律和纯律是在人的生理听觉追求和数学推导下产生的，而十二平均律则完完全全是数学的计算和推理的结果，至此，可以说在音乐的体内流趟着数学的血液，正像德国著名哲学家、数学家莱布尼兹说所：“音乐是数学在灵魂中无意识的运算。”第四章介绍了泛音之谜，泛音首先由法国数学家、音乐学家Marin Mersenne (1588 ~ 1648)发现，后来法国声学家Joseph Sauveur(1653 ~ 1716)用演奏泛音的方法在琴弦上进行了实验，对节点(node)、腹点(loop)名词进行了解释，这一时期对于泛音的研究主要通过实验完成。在Newton-Leibniz建立微积分之后，数学家们将微积分应用于以小提琴弦为典型的弦振动问题上，先后经过多位数学家努力，有Taylor(1685-1731),Daniell Bernoulli(1700-1782),D'Alembert(1717-1783),Euler(1707-1783)以及Fourier(1768-1830)等人对于弦振动的研究，推导出波动方程，直到傅立叶级数的工作完成之后，才求得波动方程的解，最终揭开泛音之谜。运用数学来描述弦振动，体现了新创立的微积分工具的威力，这也是人类认识世界的首次突破，同时还产生了一门新的数学分支—偏微分方程，使人类认知世界的能力大大提升。最后作出大三和弦的频谱图，找出其和谐性内在原因。

第五章主要运用数学中某些学科来分析乐曲作品，比如群论、几何，发现音乐中存在着数学逻辑思维的表现形式，而且数学逻辑思维的表现形式不仅是音乐艺术表现形式中不可或缺的组成部分，也是音乐艺术的生成之源，例如贝多芬的第五交响曲和空间群的相似性^[2]，音乐理论家Dmitri Tymoczko将非欧几何学运用在音乐领域中，总结出了一种新的相对简单的音乐创作方法。可见数学使音乐不断发生着变革，音乐工作者应该利用现代科学的成果进行音乐创作与音乐研究。

厦门大学博硕士论文摘要库

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库